



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 47 523 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
A 01 B 69/00
A 01 D 41/00
A 01 B 79/00
G 05 D 1/02

②① Aktenzeichen: 196 47 523.6
②② Anmeldetag: 16. 11. 96
④③ Offenlegungstag: 20. 5. 98

DE 196 47 523 A 1

⑦① Anmelder:
Claas KGaA, 33428 Harsewinkel, DE

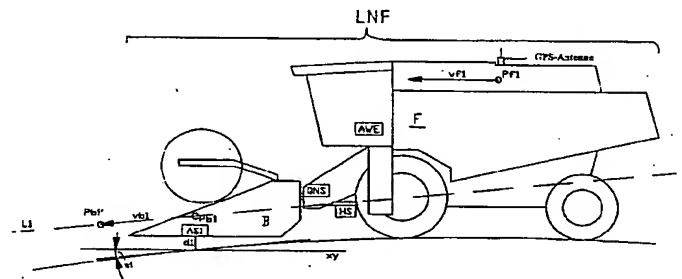
⑦② Erfinder:
Diekhans, Norbert, Dr., 33335 Gütersloh, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	195 04 475 A1
DE	44 23 623 A1
DE	44 23 083 A1
DE	40 11 316 A1
DE	40 04 247 A1
US	54 71 391
EP	07 23 740 A1
WO	95 02 318 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug mit einem in seiner Lage und/oder Ausrichtung gegenüber dem Fahrzeug verstellbar angeordneten Bearbeitungsgerät
- ⑤⑦ Das landwirtschaftliche Nutzfahrzeug (LNF), an dem eine Satellitennavigations-Empfangseinheit (GPS) angeordnet ist, weist eine Auswerteeinheit (AWE) auf, die aus den Daten der Satellitennavigations-Empfangseinheit (GPS) die absolute Position (Pb1, Pb2, ...) mindestens eines Referenzpunktes (b1, b2, ...) an dem Bearbeitungsgerät (B) im terrestrischen Bezugssystem bestimmt.



DE 196 47 523 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein landwirtschaftliches Nutzfahrzeug mit einem gegenüber dem Fahrzeug in seiner Lage und Ausrichtung verstellbaren Bearbeitungsgerät, wobei das landwirtschaftliche Nutzfahrzeug mit einer GPS-Satellitennavigations-Empfangseinheit ausgerüstet ist.

Landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge wie Erntemaschinen, Traktoren etc. sind in der Regel mit einem Bearbeitungsgerät ausgestattet, das in seiner räumlichen Lage und Ausrichtung beweglich und/oder verstellbar ist. Solche Bearbeitungsgeräte sind z. B. das Schneidwerk einer Erntemaschine, der Pflug an einem Traktor und Geräte zum Ausbringen von Dünge- oder Pflanzenschutzmitteln. Die Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes zum Fahrzeug werden dabei durch manuelle Steuerung durch den Fahrzeugführer oder durch automatische Regelung anhand von Sensoren zur Lage und Ausrichtungsbestimmung beeinflußt. Die Steuerung der Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes kann dabei sowohl aktiv durch Steuerung von Verstellantrieben (z. B. Frontlader am Traktor), als auch passiv durch die Steuerung des Fahrzeugs (z. B. Fahrzeuganhänger) wirken.

Es sind weiterhin landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge bekannt, bei denen, neben der Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes relativ zum Fahrzeug, auch die Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes gegenüber dem Erdboden veränderlich ist. So ist bei einem Mähdrescher eine Vorrichtung und ein Verfahren bekannt nach dem die Schnitthöhe, also die Höhe des Mähbalkens über dem Erdboden, eingestellt und geregelt werden kann. Bei der Steuerung und Regelung der Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes sind häufig Soll- und Grenzwerte für die Parameter, die die Lage und Ausrichtung beschreiben, gegeben. So sind Sollwerte für die Schnitthöhe eines Mähdreschers in Abhängigkeit von dem Erntegut bekannt. Ein unterer Grenzwert für die Schnitthöhe ist gegeben, um eine Beschädigung des Mähwerks zu verhindern. Ein oberer Grenzwert ist durch die Wuchshöhe des Ernteguts gegeben.

Die Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes gegenüber dem Fahrzeug und gegenüber dem Erdboden sind voneinander abhängig. Die Abhängigkeit ist durch die Beschaffenheit des Erdbodens bestimmt und ist daher im allgemeinen nur unzureichend bekannt. Für die Funktion des landwirtschaftlichen Nutzfahrzeuges ist aber die Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes gegenüber dem Erdboden maßgeblich. Es sind daher Verfahren bekannt, die Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes gegenüber dem Erdboden zu messen und durch Verstellen der Lage und Ausrichtung zum Fahrzeug zu regeln. Dies ist für den Betrieb eines Mähdreschers z. B. durch das AUTO-CONTOUR-Verfahren der Anmelderin gegeben. In vielen Fällen wird jedoch der Fahrzeugführer durch manuelle Steuerung die veränderte Bodenbeschaffenheit ausgleichen.

Weiterhin ist aus der DE 44 31 824 C1 ein Verfahren bekannt, daß Betriebsdaten eines Mähdreschers mit den jeweiligen Ortskoordinaten verknüpft, in einem historischen Datenkataster erfaßt und daraus Soll- oder Grenzbetriebsdaten für eine erneute Bearbeitung des Feldes vorgibt. Die Ortskoordinaten werden nach dem Stand der Technik mit Hilfe eines Satellitennavigationssystems an dem Fahrzeug bestimmt.

Weiterhin ist aus der DE 195 44 112.5 ein Verfahren zur Generierung dreidimensionaler digitaler Geländemodelle mit einem Fahrzeug, das ein Satellitennavigationssystem aufweist, bekannt. Für die Generierung digitaler Geländemodelle und die Erzeugung von Datenkatalogen wird in den genannten Verfahren die Position eines Punktes an dem Fahrzeug zugrundegelegt. Für den Betrieb des Nutzfahrzeu-

ges ist jedoch die Position und die Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes entscheidend. Die Genauigkeit der erzeugten Geländemodelle ist daher nicht besser als es die Abmessungen des Nutzfahrzeuges zulassen. Dies kann insbesondere bei großen Maschinen mit weit ausladenden Bearbeitungsgeräten zu Ungenauigkeiten im Geländemodell bzw. im Datenkataster führen. Die hohe Genauigkeit der heute verfügbaren Satellitennavigationssysteme wird in diesen Verfahren nicht voll genutzt. Soll außerdem das Betriebsdatenkataster zur Regelung der Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgerätes genutzt werden, so macht die Unsicherheit in der Position des Bearbeitungsgerätes die Kontrolle und eventuell das Eingreifen des Fahrzeugführers notwendig. Da die genannten Unsicherheiten vor allem bei unebenem Gelände zum Tragen kommen, in dem die Konzentration des Fahrzeugführers ohnehin stärker gefordert ist, kann dies dazu führen, daß die Leistungsfähigkeit des landwirtschaftlichen Nutzfahrzeuges nicht voll genutzt wird, oder sogar Betriebsstörungen hervorgerufen werden.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, eine Optimierung des Betriebes eines landwirtschaftlichen Nutzfahrzeuges zu ermöglichen, indem für ein in seiner Lage und Ausrichtung gegenüber dem Fahrzeug bewegliches Bearbeitungsgerät eine absolute Position eines Referenzpunktes des Bearbeitungsgerätes feststellbar ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Die Bestimmung der absoluten Position erfolgt durch einen an sich bekannten Rechenalgorithmus, der die Sendedaten von GPS-Satelliten verarbeitet. Um eine ausreichende Genauigkeit für die Bestimmung der absoluten Position zu erzielen, kann sich der Fachmann weiterer aus dem Stand der Technik bekannter Mittel bedienen, um die Fehlerquote der GPS-Positionsdaten zu verringern. Hier bieten sich beispielsweise zusätzliche Fahrzeugsensoren an, die Gierwinkel, Raddrehzahlen oder die Geschwindigkeit über Grund messen, oder die Auswertung von Referenzsignalen, die von anderen Funkstationen ausgesendet werden, an. Die sich daran anschließenden Unteransprüche enthalten vorteilhafte und förderliche Ausgestaltungen der Erfindung. Die erfindungsgemäße Vorrichtung erlaubt es, das Bearbeitungsgerät anhand der ermittelten Werte aktuell ausschließlich anhand der ermittelten Positionsdaten, in Verknüpfung mit einem historischen Datenkataster und/oder weiteren maschinenseitigen Sensoren zu steuern oder die ermittelten Positionsdaten in einem historischen Datenkataster abzulegen, um spätere Bearbeitungen mit dem gleichen oder anderen landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen mit steuerbaren Bearbeitungsgeräten auf Basis des historischen Datenkataloges zu steuern.

Erfindungsgemäß weist das landwirtschaftliche Nutzfahrzeug eine Auswerteeinheit auf, die aus den Daten der Satellitennavigations-Empfangseinheit (GPS) die absolute Position (Pb1, Pb2, ...) mindestens eines Referenzpunktes (b1, b2, ...) an dem Bearbeitungsgerät (B) im terrestrischen Bezugssystem (xyz) bestimmt. Dies erlaubt in den bekannten Verfahren zur Erstellung von Betriebsdatenkatalogen und Geländemodellen, die Position des Fahrzeugs durch die genaue Position des Referenzpunktes an dem Bearbeitungsgerät zu ersetzen und so eine höhere Präzision der genannten Verfahren für ein landwirtschaftliches Nutzfahrzeug mit einem in seiner Lage und Ausrichtung verstellbaren Bearbeitungsgerät zu erreichen. Ist die Satellitennavigations-Empfangseinheit an anderer Stelle eines landwirtschaftlichen Nutzfahrzeuges positioniert als sich die Referenzpunkte (b1, b2, ...) befinden, muß der Rechenalgorithmus einen der anderen Position der Bezugspunkte (b1, b2, ...) entsprechende Koordinatentransformation berücksichtigen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird

eine Folge von Positionen mindestens eines Punktes an dem Bearbeitungsgerät, die während der Fahrt des landwirtschaftlichen Nutzfahrzeuges über den Schlag aufgenommen wird, als Grundlage für die Erstellung eines präzisen Geländemodells benutzt. Bei erneuter Benutzung des landwirtschaftlichen Nutzfahrzeuges auf demselben Schlag kann auf die im historischen Datenkaster gespeicherten Betriebsdaten zurückgegriffen werden. Die gespeicherten Betriebsdaten werden dann anteilig oder vollständig die Regelung der Lage und Ausrichtung des Bearbeitungsgeräts bestimmen. Auf diese Art wird der Betrieb des landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs optimiert und zugleich der Fahrer entlastet.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß für den Betrieb des Bearbeitungsgeräts charakteristische Bezugslinien ermittelt werden. Diese dienen dazu, das Geländeprofil zu verfeinern, indem das Gefälle bzw. die Steigung des Geländes in Fahrtrichtung und/oder die Neigung des Geländes quer zur Fahrtrichtung aus der Orientierung der besagten Bezugslinien bestimmt wird. Erfindungsgemäß wird eine solche Bezugslinie (L1) gegeben durch die absolute Position (Pb1) des Referenzpunktes (b1) und einen weiteren Punkt oder einen Vektor. Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, den Geschwindigkeitsvektor (vb1) des Referenzpunktes (b1) zur Festlegung der Bezugslinie (L1) zu benutzen. Der Geschwindigkeitsvektor kann dabei entweder direkt den GPS-Daten oder einem separaten Geschwindigkeitssensor mit Richtungssensor entnommen sein oder aus zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Positionen des Referenzpunktes (b1) bestimmt werden. Im Falle eines gleichbleibenden Bodenabstandes (d1) des Referenzpunktes (b1) gibt der Winkel der Bezugslinie (L1) mit der Horizontalebene (xy) das Gefälle bzw. die Steigung des Erdbodens in Fahrtrichtung. Die Bezugslinie (L1) kann auch die Bewegungsrichtung eines oder mehrerer Referenzpunkte des Bearbeitungswerkzeuges, vorzugsweise dessen Begrenzungspunkte, im Gelände darstellen. Dazu wird die Auswerteeinheit (AWE) mit einer geeigneten Software entweder bei dekungsgleichem Referenzpunkt und Begrenzungspunkt aus der gegenwärtigen Position des Referenzpunktes und weiteren Sensordaten wie beispielsweise Radeinschlagswinkel, Geschwindigkeit und Gierwinkel, der vorzugsweise mittels eines Trägheitssensors, eines Glasfaserkreisels oder eines Piezogyro ermittelbar ist, den Bewegungsvektor als Bezugslinie (L1) errechnen oder, bei auseinanderliegendem Referenz- und zu berechnendem Begrenzungspunkt, zusätzlich aus den Abstandsdaten des Referenzpunktes zum Begrenzungspunkt anhand der Geometriebedingungen die Positionsdaten des Begrenzungspunktes aus denen des Referenzpunktes ableiten und dann den Bewegungsvektor als Bezugslinie (L1) errechnen. Je nach Plotrate und Geschwindigkeit des landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugs kann der Bewegungsvektor von Begrenzungspunkten auch ausschließlich unter Verrechnung der Positionsdaten ermittelt werden, beispielsweise, wenn jeweils eine Position des Nutzfahrzeugs in Abständen von weniger als 20 m zurückgelegter Fahrstrecke ermittelbar ist oder die Zuhilfenahme und Verrechnung weiterer Sensordaten erfolgt erst, wenn die Plotrate über den genannten Anstand hinausgeht. Die Wahl des Mindestabstandes ist natürlich vom Maß der gewünschten Genauigkeit der Bewegungsvektoren und den Anforderungen der jeweils vorgenommenen landwirtschaftlichen Arbeiten in sachlicher und ökonomischer Hinsicht abhängig. Die Bezugslinie (L1) kann auch als Lenksignal in einer Regelelektronik einer automatischen Lenkeinrichtung weiterverarbeitet werden. Als Richtungsvektor kann die Bezugslinie (L1) beispielsweise von einem Begrenzungspunkt oder Referenzpunkt aus an einer Soll-Fahrspur oder Bearbeitungskante entlang gezogen werden. Die Regelelektronik der au-

tomatischen Lenkeinrichtung vergleicht dann die Ist-Positionswerte des Begrenzungs- oder Referenzpunktes mit den Soll-Positionswerten entlang der Bezugslinie (L1) und gibt bei einer festgestellten Abweichung ein Stellsignal an die Lenkvorrichtung, das geeignet ist, bei weiterer Vorfahrt die Differenz zwischen Soll- und Istpositionswerten entlang der Bezugslinie (L1) zu verringern.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, eine weitere für den Einsatzzweck des Bearbeitungsgeräts typische Bezugslinie (L2) quer zu der bevorzugten Fahrtrichtung zu bestimmen. Erfindungsgemäß wird die Bezugslinie durch den Referenzpunkt (b1) und einen weiteren Punkt oder Vektor bestimmt. Die Erfindung sieht vor, einen zweiten Referenzpunkt (b2) zur Bestimmung der Bezugslinie zu verwenden. Bei gleichem Bodenabstand der Referenzpunkte gibt der Winkel der Bezugslinie (L2) mit der Horizontalebene (xy) das Quergefälle des Erdbodens an.

Erfindungsgemäß soll die Höhe über dem Erdboden von Punkten auf der Bezugslinie bekannt oder bestimmbar sein. Bekannt ist die Höhe z. B. dann, wenn der Bodenabstand durch ein ungefedertes Fahrwerk oder durch einen bekannten Regelkreis (z. B. mittels Bodendrucksensoren) festgelegt wird. Darüberhinaus sind Mittel oder Sensoren bekannt, die die Höhe von Bearbeitungsgeräten über dem Erdboden zu bestimmen. Solche Mittel sind z. B. mechanische Abstandsmesser oder Echolote. Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, solche Mittel zur Bestimmung des Bodenabstands für mindestens zwei Punkte der Bezugslinie (L2) vorzusehen. Solche Mittel erlauben es auch, bei einer Verkipfung des Bearbeitungsgeräts gegenüber dem Erdboden, eine genaue Bestimmung der Querneigung des Erdbodens durchzuführen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung beinhaltet ein Datenkaster, in dem bei Positionsänderungen des Bearbeitungsgeräts das Gefälle bzw. die Steigung und das Quergefälle mit der Position (Pb1, Pb2, ...) mindestens eines der Referenzpunkte (b1, b2, ...) verknüpft abgespeichert wird. Auf diese Art erhält man ein verfeinertes Geländemodell, welches die Einstellung der Betriebsparameter des Nutzfahrzeuges bei einer erneuten Bearbeitung des Schlages erleichtert.

Die Erfindung ist hier anhand von landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen beschrieben. Es ist für den Fachmann jedoch offensichtlich, daß sie auch in anderen Nutzfahrzeugen anwendbar ist, wie beispielsweise Baumaschinen, die mit ihren verstellbaren Arbeitswerkzeugen eine Bodenkontur bearbeiten und umgestalten. Zur Realisierung der erfinderischen Ideen in einem anderen Nutzfahrzeug bereitet es dem Fachmann keinerlei Schwierigkeiten, eine entsprechende Anpassung vorzunehmen.

Anhand der beigefügten Zeichnungen wird das erfindungsgemäße landwirtschaftliche Nutzfahrzeug mit einem in seiner Lage und Ausrichtung verstellbaren Bearbeitungsgerät am Beispiel einer Erntemaschine mit vorgesetztem Schneidwerk nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht einer Erntemaschine von der Seite,

Fig. 2 eine Ansicht einer Erntemaschine von vorne,

Fig. 3 eine Ansicht einer Erntemaschine von oben,

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Auswerteeinheit,

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer weiteren Auswerteeinheit,

Fig. 6 ein Blockschaltbild einer weiteren Auswerteeinheit,

Fig. 7 eine Erntemaschine auf dem Feld.

Fig. 1 zeigt eine Ansicht der Erntemaschine als ein Beispiel für ein landwirtschaftliches Nutzfahrzeug (LNF) von der Seite. Die Längsachse des Fahrzeugs und die des Bearbeitungsgeräts haben in diesem Falle die gleiche Ausrich-

tung, aber das Mähwerk (B) ist gegenüber dem Fahrzeug (F) in der Höhe verstellbar. Die Horizontalebene des terrestrischen Koordinatensystems ist durch die Linie (xy) angedeutet. Demgegenüber ist der Erdboden unterhalb des Referenzpunktes (b1) am Bearbeitungsgerät um einen Steigungswinkel (W1) geneigt. Dieser kann von der Steigung des Erdbodens unterhalb des Fahrzeuges durchaus verschieden sein. Dies führt dazu, daß der Geschwindigkeitsvektor (vf1) eines Referenzpunktes (Pf1) am Fahrzeug selbst bei unveränderter Einstellung der Höhe eine andere Ausrichtung haben kann als der Geschwindigkeitsvektor (vb1) des Referenzpunktes (b1) am Bearbeitungsgerät. Ist der Abstand (d) des Referenzpunktes (b1) zum Erdboden bei Positionsveränderungen (Pb1, Pb1') gleichbleibend, so entspricht der Winkel zwischen dem Geschwindigkeitsvektor (vb1) und der Horizontalebene (xy) dem Steigungswinkel (W1) des Erdbodens unterhalb des Referenzpunktes (b1). Die Bezugslinie (L1) ist hier gegeben durch die absolute Position (Pb1) des Referenzpunktes (b1) und den Geschwindigkeitsvektor (vb1), der wiederum durch den Referenzpunkt (Pb1') festgelegt ist. Die Werte der Bezugslinie (L1) können dann als Steuerbasis zur Steuerung des Bearbeitungsgerätes (B) oder als Kenngröße für die Bodenkontur zur Ablage im historischen Datenkaster genutzt werden.

Es sind schematisch ein Höhengsensor (HS) und ein Querneigungssensor (QNS) eingezeichnet. Mit diesen Sensoren läßt sich die relative Höhenlage und Querneigung des Bearbeitungsgerätes (B) zum Fahrzeug (F), an dem es montiert ist, bestimmen. Ebenfalls nur schematisch angedeutet ist ein Bodenabstandssensor (AS1), mit dem der Abstand des Referenzpunktes vom Boden bestimmt werden kann. Auf dem Dach des Mähdreschers (F) ist dem Punkt (Pf1) zugeordnet schematisch eine GPS-Antenne gezeigt. Über die Auswerteeinheit (AWE) wird die über Satellitennavigation ermittelte absolute Position des Punktes (Pf1) auf Referenzpunkte (Pb1, ...) am Bearbeitungsgerät (B) transformiert, näheres ergibt sich aus den Erläuterungen zu Fig. 6.

Fig. 2 zeigt eine Ansicht der Erntemaschine von vorne. In dieser Ansicht ist eine Verkippung des Bearbeitungsgerätes gegenüber der Erntemaschine und gegenüber dem Erdboden dargestellt und die zugehörigen Parameter erklärt. Die Horizontalebene des terrestrischen Koordinatensystems ist wiederum durch die Linie (xy) angedeutet. Demgegenüber ist der Erdboden unterhalb des Bearbeitungsgerätes im Mittel um einen Winkel (Wq) geneigt. Diese Neigung kann von der Neigung des Erdbodens unterhalb des Fahrzeuges durchaus verschieden sein, was hier durch eine Kippung des Fahrzeuges in die andere Richtung angedeutet ist. Die Referenzlinie (L2) ergibt sich als Verbindungslinie der zwei Referenzpunkte (b1, b2) am Bearbeitungsgerät. Die Abstandssensoren (AS1, AS2) bestimmen den Abstand (da1, da2) zweier Punkte des Bearbeitungsgerätes (a1, a2) vom Erdboden. Aus den Geometriebedingungen lassen sich hieraus die Abstände (d1, d2) der Referenzpunkte (b1, b2) vom Erdboden berechnen. Der Abstand der Referenzpunkte vom Erdboden ist im Idealfall mit der Summe des minimalen Abstands (d0) der Referenzpunkte (b1, b2) vom Erdboden, also dem Abstand der Referenzpunkte bei auf dem Boden aufliegendem Mähbalken, und der voreingestellten Bodenabstandsbeziehungswise Schnitthöhe (da(x)) identisch. Bei gleichen Abständen (d1, d2) der Referenzpunkte (b1, b2) gibt der Winkel der Bezugslinie (L2) mit der Horizontalebene (xy) direkt den mittleren Neigungswinkel (Wq) des Erdbodens unter dem Bearbeitungsgerät an. In dieser Ausführungsform der Erfindung befindet sich jeweils an den Referenzpunkten (b1, b2) eine GPS-Antenne. Bei einer Differenz der Abstände (d1, d2) kann aus den Geometriebedingungen der mittlere Neigungswinkel (Wq) errechnet werden.

Fig. 3 zeigt eine Ansicht der Erntemaschine von oben. Die Abbildung macht auch deutlich, daß eine Referenzlinie (L1), die aus dem Geschwindigkeitsvektor (vb1) und dem Referenzpunkt (b1) bestimmt wird, nicht unbedingt parallel zur Längsachse des Fahrzeugs bzw. des Bearbeitungsgerätes ausgerichtet ist.

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild der einfachsten Version der erfindungsgemäßen Auswerteeinheit (AWE). Es wird hierbei vorausgesetzt, daß der Empfänger (Antenne) einer GPS-Satellitennavigations-Empfangeinheit (GPS1) direkt an einem Referenzpunkt (b1) des Bearbeitungsgerätes (B) montiert ist. In diesem Falle ist die Funktion der Auswerteeinheit (AWE) darauf beschränkt, die Daten des GPS-Empfängers so aufzuarbeiten, daß die absolute Position (Pb1) und optional die absolute Geschwindigkeit (vb1) des Referenzpunktes (b1) an einer Ausgabeeinheit (AGE) angezeigt, in einem Höhendatenkaster (HDK) gespeichert werden und/oder einer Steuereinrichtung (nicht dargestellt) für die Höhe/Querneigung des Schneidwerkes (B) zugeführt werden. Zur Erzeugung und Abspeicherung eines Geländemodells (GM) im Datenkaster genügt es in diesem einfachsten Fall, den Abstand (d1) des Punktes (b1) vom Erdboden aus dem Abstand (d0) und der voreingestellten Schnitthöhe (dSH) durch Addition zu berechnen und von der Höhenkoordinate der Position (Pb1) abzuziehen. Die Größe von (d0) hängt davon ab, wo der Referenzpunkt am Schneidwerk (B) angeordnet ist; (d0) kann auch nahezu der Wert Null haben.

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Auswerteeinheit. Hier werden die Funktionen der in Fig. 4 dargestellten Version der Auswerteeinheit ergänzt. Die Auswerteeinheit ermittelt aus den Daten der GPS-Empfänger (GPS1, GPS2) die absoluten Positionen (Pb1, Pb2) zweier Referenzpunkte (b1, b2) und den Geschwindigkeitsvektor (vb1) eines Bezugspunktes (P1). Aus diesen Daten wird wiederum die Bezugslinie (L1) und/oder (L2) generiert. Zusätzlich messen zwei Abstandssensoren (AS1, AS2) die Abstände der Punkte (a1, a2) vom Erdboden. Aus den Geometriebedingungen interpoliert die Auswerteeinheit hieraus die Abstände (d1, d2) der Referenzpunkte (b1, b2) vom Erdboden und den Winkel (Wq), den der Erdboden zur Horizontalebene einnimmt. Ferner ermittelt die Auswerteeinheit aus der Neigung der Referenzlinie (L1) und zwei aufeinanderfolgenden Messungen des Bodenabstands (d1, d1') den Steigungswinkel (W1) des Erdbodens. Aus den Positionen der Punkte (b1, b2) wird so ein verfeinertes Geländemodell erzeugt, welches im Datenkaster abgespeichert für erneute Bearbeitung des Schlages mit einem landwirtschaftlichen Nutzfahrzeug zur Verfügung steht.

In Fig. 6 ist ein Blockschaltbild einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Auswerteeinheit (AWE) gezeigt. In diesem Fall befindet sich eine Satelliten-Empfangeinheit (GPS1) auf dem Fahrzeug (F) - vgl. Fig. 1 - und nicht an dem gegenüber dem Fahrzeug verstellbaren Schneidwerk (B). Die auf diese Weise ermittelte Position eines bestimmten Punktes an dem Fahrzeug (F) wird der Auswerteeinheit (AWE) zugeführt. Gleichzeitig wird der Auswerteeinheit (AWE) das Signal des Höhengensors (HS) zugeführt, das die relative Höhenlage des Schneidwerkes (B) zum Fahrzeug (F) angibt. Darüber hinaus ist es vorgesehen, der Auswerteeinheit (AWE) auch das Signal des Querneigungssensors (QNS) zuzuführen, das die relative Querneigung des Schneidwerkes (B) zum Fahrzeug (F) angibt. Aus diesen Daten ermittelt die Auswerteeinheit (AWE) die absolute Position von Referenzpunkten und/oder Linien am Bearbeitungsgerät (B) im terrestrischen Bezugssystem. Mit Hilfe der an dem Bearbeitungsgerät (B) angeordneten Bodenabstandssensoren (AS1, AS2) wird der Bezug zum Erdboden-

profil hergestellt.

In Fig. 7 ist schematisch ein Mähdrescher auf einem Feld dargestellt, der von 4 erdgebunden, ortsfesten Basisstationen Ortungssignale zur Positionsbestimmung der Referenzpunkte am Bearbeitungsgerät/Schneidwerk (b1, b2) empfängt. Die Basisstationen, deren Position im terrestrischen Bezugssystem sehr genau vermessen ist, senden als sogenannte Pseudo-Satelliten GPS-Signale aus; in Äquivalenz zur Satellitennavigation mit im Weltraum die Erde umkreisenden Satelliten. Die Signale solcher Pseudo-Satelliten können auch als Korrekturfaktor für ein hochgenau arbeitendes GPS-System genutzt werden. Der Mähdrescher gemäß dieser Ausführungsform weist zu beiden Seiten des Schneidwerkes je eine Satellitenempfangsantenne auf.

Das Ausführungsbeispiel in den Fig. 1 bis 7 ist anhand eines Mähdreschers erläutert. Für den Fachmann ist es eine mit seinen fachnotorischen Kenntnissen leicht lösbare Aufgabe, die vorgeschlagene erfindungsmäßige Vorrichtung auf andere landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge zu übertragen. So ist es beispielsweise denkbar, sich als landwirtschaftliches Nutzfahrzeug einen Traktor mit einem Pflug vorzustellen und als Referenzpunkte (b1, b2, ...), deren Arbeitshöhe ermittelt wird, Rahmenpunkte des Pfluges zu definieren. Anhand der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann dann die Arbeitstiefe eines Pfluges mit gleichzeitiger oder alternativer Erstellung, Korrektur und/oder unter Zuhilfenahme eines schon vorhandenen historischen Datenkatasters gesteuert werden. Anstelle eines Pfluges sind natürlich auch alle sonstigen Kombinationen eines Traktors mit bekannten Bearbeitungsgeräten wie Drillmaschinen, Sämaschinen, Eggen, Grubbern, Gülleausbringungsgeräten, Pressen, Mähwerken, Wendern, Schwadern, bei denen jeweils geeignete Referenzpunkte (b1, b2, ...) gewählt werden, vorstellbar. In gleicher Weise läßt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung auf anderen landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen wie beispielsweise Feldhäckslern, Zuckerrübenrodern, Kartoffellege- und Erntemaschinen anwenden. Um für verschiedene landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge oder austauschbare Geräte, wie beispielsweise unterschiedliche Bearbeitungsgeräte an einem Traktor oder wechselnde Schneidwerke oder Maisgebisse an einem Mähdrescher, einsetzbar zu sein, sollte die Auswerteeinheit (AWE) zudem über eine Eingabemöglichkeit verfügen, über die die jeweils zu ermittelnden Referenzpunkte (b1, b2, ...) anpaßbar sind, soweit die Referenzpunkte nicht automatisch über einen Anbaugeräteschalter und/oder unter Zugriff auf einen Speicher festlegbar sind.

Patentansprüche

1. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug (LNF) mit einem in seiner Lage und/oder Ausrichtung gegenüber dem Fahrzeug (F) verstellbar angeordneten Bearbeitungsgerät (B), wobei das Nutzfahrzeug eine Satellitennavigations-Empfangseinheit (GPS) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das landwirtschaftliche Nutzfahrzeug (LNF) eine Auswerteeinheit (AWE) aufweist, die aus den Daten der Satellitennavigations-Empfangseinheit (GPS) die absolute Position (Pb1, Pb2, ...) mindestens eines Referenzpunktes (b1, b2, ...) an dem Bearbeitungsgerät (B) im terrestrischen Bezugssystem bestimmt.
2. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der absoluten Position (Pb1) mindestens eines Referenzpunktes (b1) mindestens eine Satellitenempfangseinheit (GPS) vorgesehen ist, deren Empfangsantenne an dem Referenzpunkt des Bearbeitungsgerätes (B) ange-

bracht ist.

3. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Position (Pb1) mindestens eines Referenzpunktes (b1) eine Satellitenempfangseinheit (GPS) vorgesehen ist, deren Empfangsantenne an einem Punkt (Pfl) des Fahrzeug (F) angebracht ist, und mindestens ein Sensor (HS, QNS) vorgesehen ist, der die relative Lage des Bearbeitungsgerätes (B) am Fahrzeug (F) bestimmt.
4. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dasselbe einen Hösensensor (HS) aufweist, der die relative Höhenlage des Bearbeitungsgerätes (B) zum Fahrzeug (F) ermittelt.
5. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dasselbe einen Querneigungssensor (QNS) aufweist, der die relative Querneigung des Bearbeitungsgerätes (B) zum Fahrzeug (F) ermittelt.
6. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (AWE) aus dem Hösensensor-Signal und/oder aus dem Querneigungssensors-Signal die mittels Satellitennavigation ermittelte absolute Position eines Punktes (Pfl) am Fahrzeug (F) auf mindestens einen Referenzpunkt (Pb1) am verstellbaren Bearbeitungsgerät (B) zur Bestimmung dessen absoluter Position transformiert.
7. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das landwirtschaftliche Nutzfahrzeug (LNF) eine Auswerteeinheit (AWE) aufweist, die, unter Verwendung der absoluten Position (Pb1) des Referenzpunktes (b1) und eines weiteren Punktes oder Vektors, eine für den Einsatzzweck des Bearbeitungsgerätes (B) charakteristische Bezugslinie (L1) im terrestrischen Bezugssystem bestimmt.
8. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bezugslinie (L1) durch den Referenzpunkt (b1) und die Richtung des Geschwindigkeitsvektors (vb1) des Referenzpunktes (b1) gegeben ist.
9. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Bezugslinie (L1) in der Regelelektronik einer automatischen Lenkeinrichtung als Lenksignal weiterverarbeitet wird.
10. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das landwirtschaftliche Nutzfahrzeug (LNF) eine Auswerteeinheit (AWE) aufweist, die eine weitere für den Einsatzzweck des Bearbeitungsgerätes charakteristische Bezugslinie (L2) durch den Referenzpunkt (b1) und einen weiteren Punkt oder Vektor vorzugsweise quer zur bevorzugten Fahrtrichtung und somit annähernd senkrecht zu der ersten Bezugslinie (L1) bestimmt.
11. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß diese Bezugslinie (L2) durch den Referenzpunkt (b1) und einen zweiten Referenzpunkt (b2) gegeben ist.
12. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß diese Bezugslinie (L2) zur Bestimmung der Querneigung des Erdbodens und/oder zur Regelung des Bodenabstands und der Querneigung des Bearbeitungsgerätes (B) benutzt wird.
13. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem

oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sich die beiden Referenzpunkte (b1, b2) in Ruhelage im gleichen Abstand (d) über dem Erdboden befinden und die Neigung der Bezugslinie (L2) der Schräge des Erdbodens (quer zur bevorzugten Fahrtrichtung) entspricht. 5

14. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (AS1, AS2) vorgesehen sind den Abstand vom Erdboden von mindestens einem der Referenzpunkte (Pb1) und/oder der Bezugslinie (L1 und/oder L2) zu ermitteln. 10

15. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit aus dem Abstand und der Querneigung des Bearbeitungsgerätes (B) die Querneigung des Erdbodens bestimmt, diese bei Positionsänderungen des Arbeitsfahrzeuges laufend aufzeichnet und damit ein dreidimensionales Geländeprofil berechnet. 15 20

16. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung des Geschwindigkeitsvektors (vb1) des Referenzpunktes (b1) den GPS-Daten entnommen, aus zwei zeitlich aufeinanderfolgenden absoluten Positionen des Referenzpunktes (b1) und/oder aus sonstiger Sensorik zur Ermittlung der Geschwindigkeit ermittelt wird. 25

17. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung des Geschwindigkeitsvektors (vP1) aus der relativen Position und der relativen Geschwindigkeit des Referenzpunktes (P1) zum Bezugspunkt (Pf1) am Arbeitsfahrzeug und der absoluten Position und Geschwindigkeit (vf1) des Punktes (Pf1) errechnet wird. 30 35

18. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Satellitenempfangsgeräte P-DGPS und/oder den Empfang von erdgebundenen Pseudosatelliten unterstützen. 40

19. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Koppelnavigation, beispielsweise über einen Kreiselkompaß, durchgeführt wird. 45

20. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei Positionsänderungen des Bearbeitungsgerätes das Gefälle bzw. die Steigung und/oder das Quergefälle mit der Position (Pb1, Pb2, ...) mindestens eines der Referenzpunkte (b1, b2, ...) verknüpft abgespeichert wird. 50

21. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das verstellbar angeordnete Bearbeitungsgerät (B) anhand der von der Auswerteeinheit (AWE) ermittelten Werte aktuell ausschließlich anhand der ermittelten Positionsdaten, in Verknüpfung mit einem historischen Datenkataster und/oder weiteren maschinenseitigen Sensoren steuerbar ist oder die ermittelten Positionsdaten in einem historischen Datenkataster ablegbar sind, um spätere Bearbeitungen mit dem gleichen oder anderen landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen mit steuerbaren Bearbeitungsgeräten auf Basis des historischen Datenkatasters steuern zu können. 55 60 65

22. Landwirtschaftliches Nutzfahrzeug nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 21, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die vorstehenden Merkmale in einem anderen Nutzfahrzeug als einem landwirtschaftlichen Nutzfahrzeug Anwendung finden.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

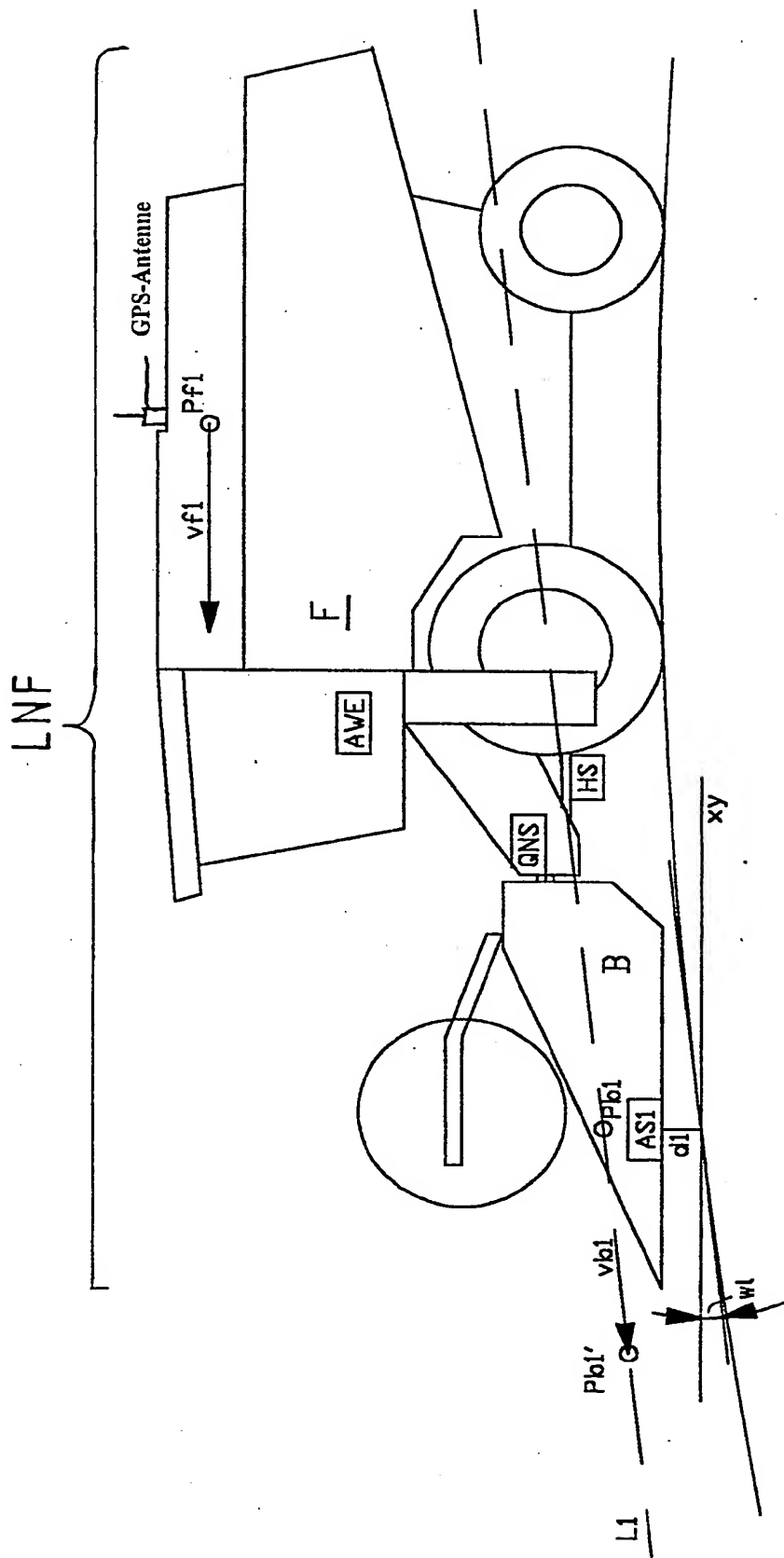


Fig. 1

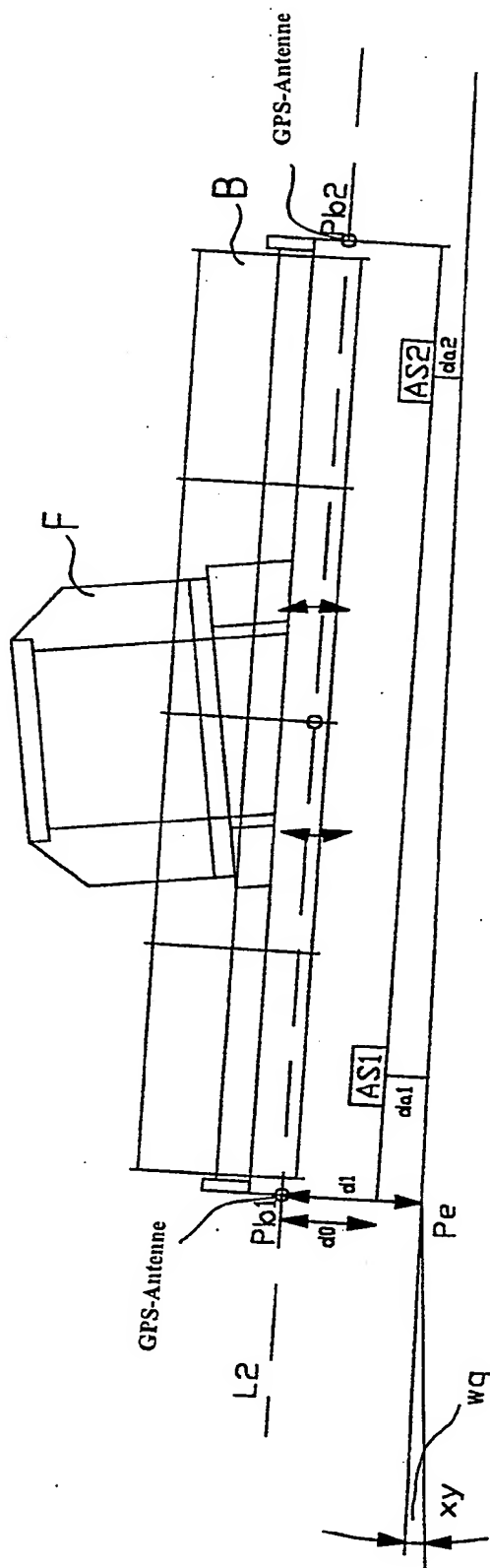


Fig.2

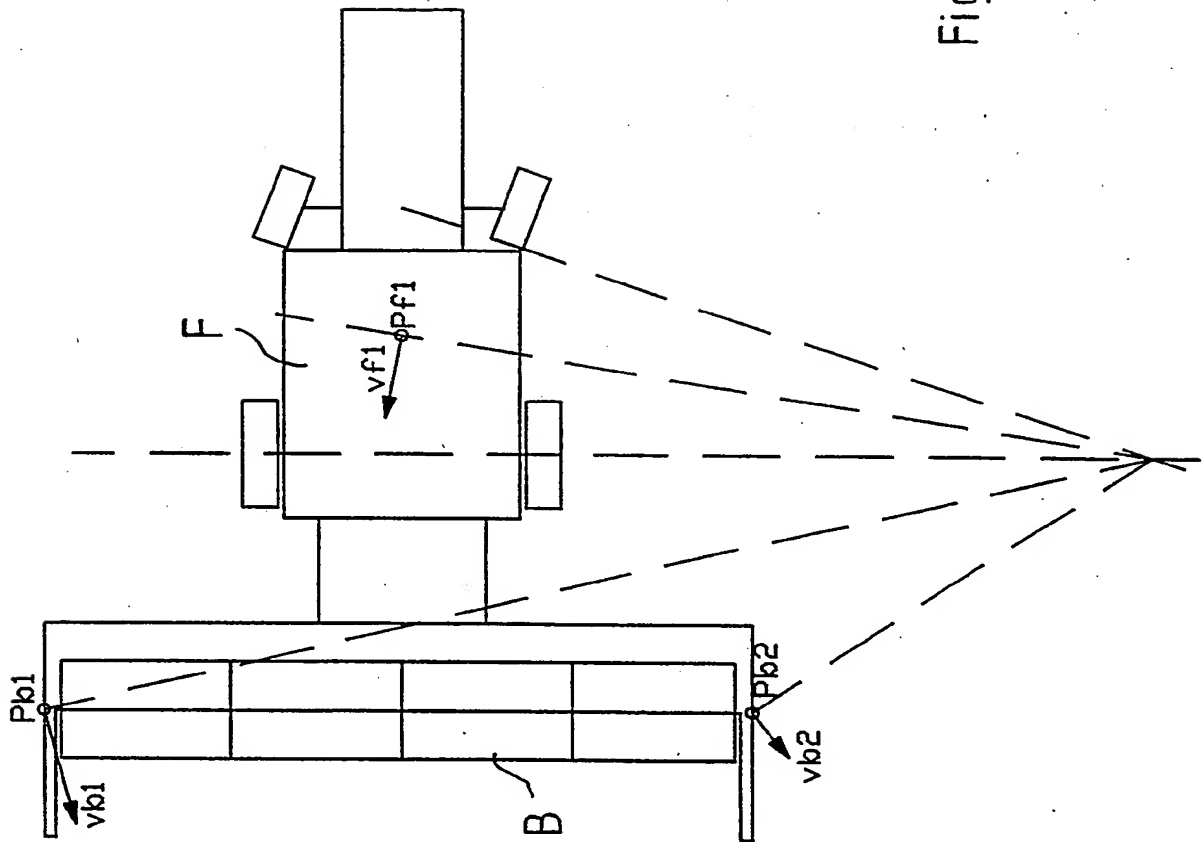


Fig.4

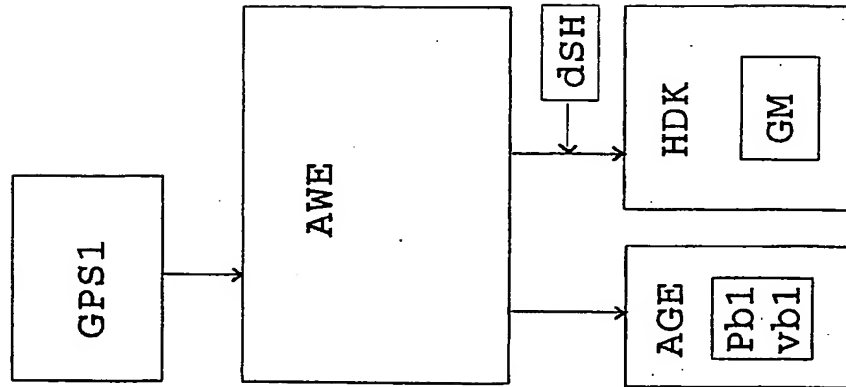


Fig.5

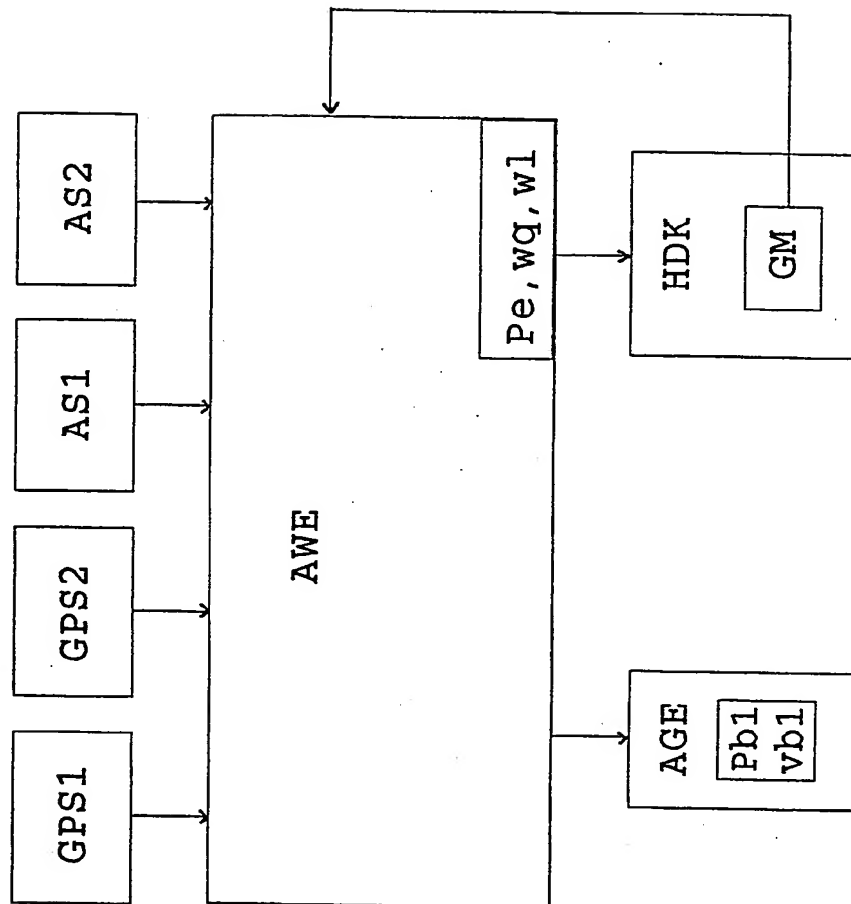
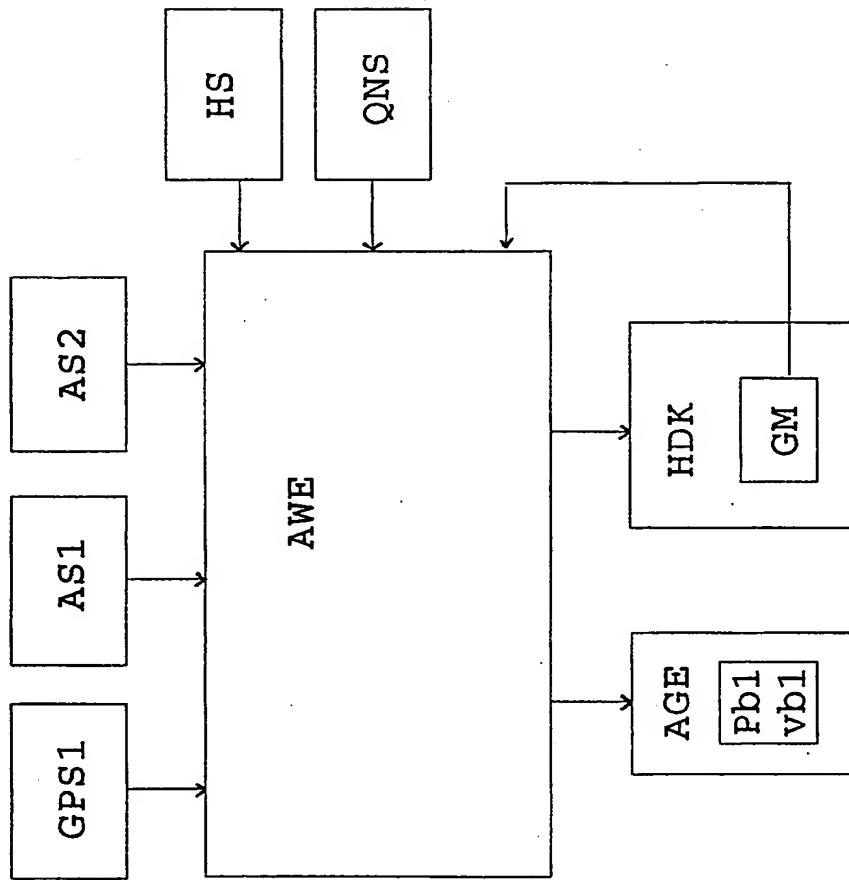


Fig.6



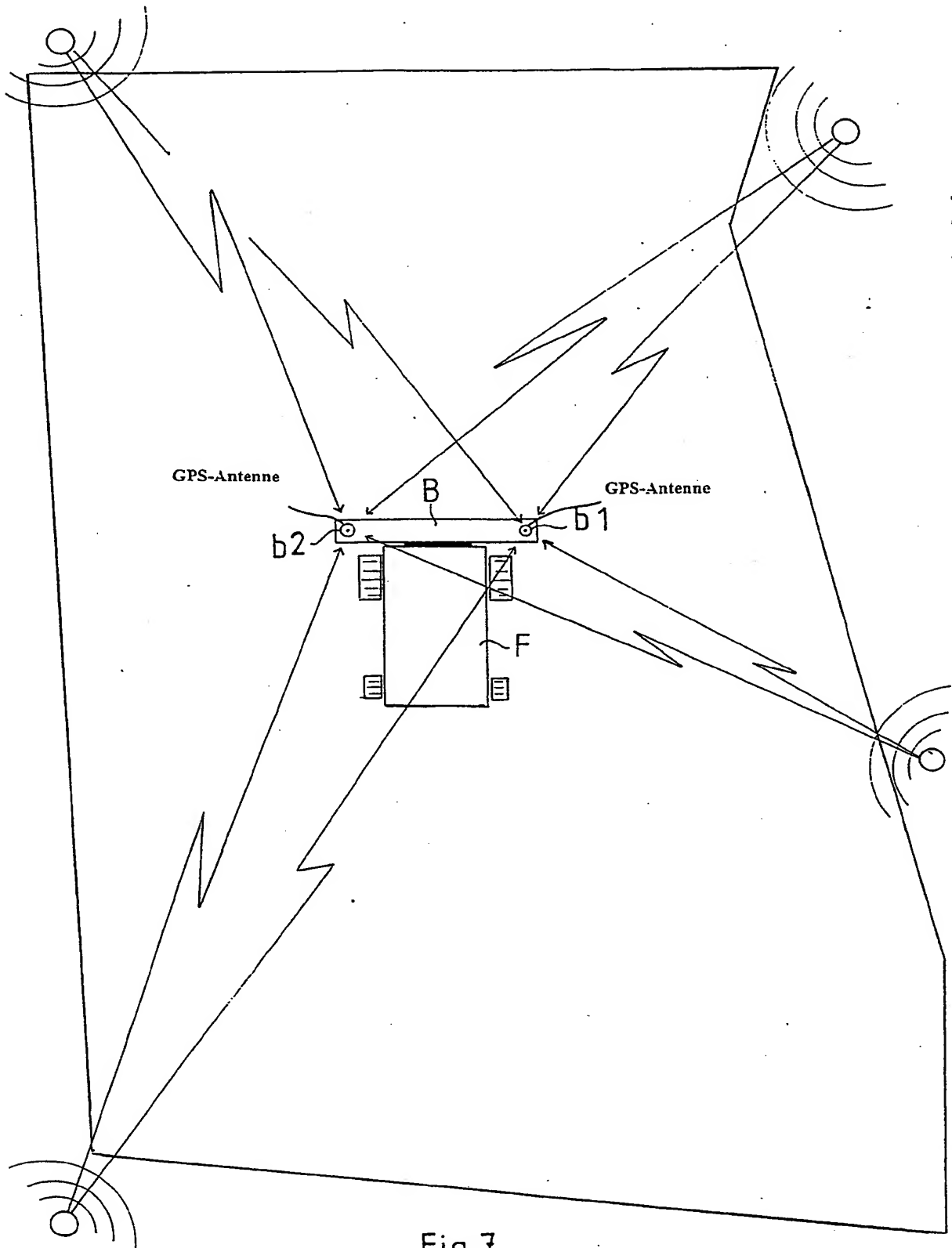


Fig.7